

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-123418

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16  
13/18

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平8-274693

(22) 出願日

平成8年(1996)10月17日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大橋 和泰

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式  
会社リコー内

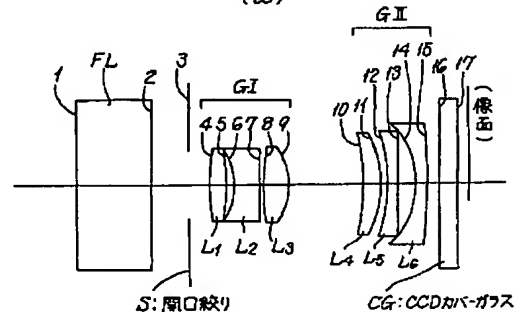
(74) 代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54) 【発明の名称】 前絞り2群ズームレンズ

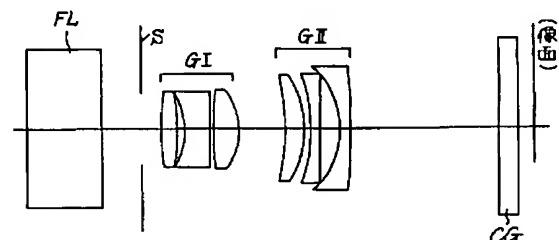
(57) 【要約】

【課題】テレセントリック性に優れ、性能良好で、2倍程度の変倍比をもち、小型且つ高性能のズームレンズを実現する。

【解決手段】物体側から像側へ向かって順次、第1、第2群を配して成り、第1群G Iは正の屈折力を有し、第2群G IIは負の屈折力を有し、第1群G Iの物体側に、ズーミング時に第1群G Iと一体に移動する開口絞りSを有する。第1群G Iは物体側から、両面とも凸面である第1レンズL<sub>1</sub>、物体側に強い曲率の面を向けた負レンズである第2レンズL<sub>2</sub>、両面とも凸面で像側に強い曲率の面を向けた第3レンズL<sub>3</sub>を順次配してなり、第2群G IIは3枚以下のレンズで構成され、第1群G Iの1面以上が非球面で構成される。

(実施例1)  
(a)

(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から像側へ向かって順次、正の焦点距離を持つ第1群、負の焦点距離を持つ第2群を配して成り、これら第1、第2群の間隔を変化させて変倍を行うズームレンズであって、

第1群は、物体側から像側へ向かって、両面とも凸面である第1レンズ、物体側に強い曲率の面を向けた負レンズである第2レンズ、両面とも凸面で像側に強い曲率の面を向けた第3レンズを順次配してなり、

第2群は、3枚以下のレンズで構成され、上記第1群の1面以上が非球面で構成され、かつ、上記第1群の物体側に、第1群と一体となって変位する開口絞りを有することを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項2】請求項1記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第1群 ( $I = 1, 2$ ) の焦点距離を  $F_I$ 、短焦点端における全系の合成焦点距離を  $f_w$ 、第1レンズの焦点距離を  $f_1$  とするとき、これらが条件：

$$(1) \quad 0.70 < F_1 / f_w < 0.90$$

$$(2) \quad -1.25 < F_2 / F_1 < -0.95 \quad (F_2 < 0)$$

$$(3) \quad 0.85 < f_1 / F_1 < 1.20$$

を満足することを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項3】請求項2記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第1群の、第2レンズの物体側面の曲率半径を  $R_{2ob}$ 、第3レンズの像側面の曲率半径を  $R_{3Im}$  が、条件：

$$(4) \quad -0.55 < R_{3Im} / F_1 < -0.40$$

$$(5) \quad 1.00 < R_{2ob} / R_{3Im} < 1.30$$

を満足することを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項4】請求項1または2または3記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第1群における1以上の非球面のうち少なくとも1面は、光軸上から周辺部に行くに従い、正の屈折力が弱まるか、もしくは負の屈折力が強まる形状であることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項5】請求項1または2または3または4記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第1群の第3レンズの像側面が非球面であることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項6】請求項1ないし5の任意の1に記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第1群の、第2レンズの材質の屈折率： $n_{I2}$ 、アッベ数： $\nu_{I2}$ 、第3レンズの材質のアッベ数： $\nu_{I3}$  が、条件：

$$(6) \quad n_{I2} > 1.65$$

$$(7) \quad \nu_{I2} < 35.0$$

$$(8) \quad \nu_{I3} > 50.0$$

を満足することを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項7】請求項1ないし6の任意の1に記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

負の焦点距離を持つ第2群が、物体側から像側へ向かって、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第4レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第5レンズ、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第6レンズを順次配してなることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項8】請求項1ないし6の任意の1に記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

負の焦点距離を持つ第2群が、物体側から像側へ向かって、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第4レンズ、物体側に曲率の強い面を向けた負レンズである第5レンズを順次配してなり、第2群の1面以上が非球面で構成されることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項9】請求項8記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第2群における1以上の非球面のうち少なくとも1面は、光軸上から周辺部に行くに従い、正の屈折力が強まるか、もしくは負の屈折力が弱まる形状であることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項10】請求項8または9記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第2群における第4レンズの物体側面が非球面であることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項11】請求項8または9記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

第2群における第4レンズの像側面が非球面であることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項12】請求項1～11の任意の1に記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

開口絞りの物体側に、第1群と一体となって変位するローパスフィルタおよび赤外カットフィルタを有することを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

【請求項13】請求項12記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、

ローパスフィルタが、位相格子型ローパスフィルタであることを特徴とする前絞り2群ズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は「前絞り2群ズームレンズ」に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CCD等の撮像素子を用いる従来からのビデオカメラに加え、近來、デジタルスチルカメラが普及してきている。これらビデオカメラやデジタルスチルカメラに用いる撮像素子は、CCDに代表されるように、各受光エレメント上に色分解用のカラーフィルタや、集光力増大のためのマイクロレンズが配備されてい

るものが多い。

【0003】この型の撮像素子では、結像光束の入射角が大きくなると、結像光束の一部がマイクロレンズにケラれて結像レンズにおける実質的な開口効率が低下したり、フィルタ画素と受光エレメントとの対応関係がずれて「色しみ」の原因になるといった所謂「シェーディング現象」の問題がある。このため、このような撮像素子に結像を行なうレンズ系は、射出瞳位置を像面から十分に離すことにより「テレセントリック性」を高める必要がある。

【0004】従来から銀塩コンパクトカメラ用撮影レンズとして多用されているテレフォトタイプの2群ズームレンズ（凸凹2群ズームレンズ）は、変倍比は2～3倍で、あまり大きな変倍はできないが、ズームレンズとして構成群数が最小で構成が簡略であり、構成枚数も比較的少なく低コスト化が容易であり、バックフォーカスが短く小型化が容易である等の利点を有しているが、特に広角端（短焦点端）で射出瞳が像面に近くなるため、上述のシェーディング現象の問題がある。

【0005】上記凸凹2群ズームレンズにおいて、開口絞りを第1群の物体側に配備することにより、射出瞳を像面から遠ざけるようにしたものが、特開平3-215809号公報に記載されているが、このレンズは2群7枚構成で構成枚数が多いため小型化、低コスト化面で、なお改善の余地を残している。

【0006】また、デジタルカメラの撮影光学系では、赤外カットフィルタやローパスフィルタが使用されるが、上記特開平3-215809号公報は、これらフィルタに就いては考慮していない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、バックフォーカスが短く小型であり、高性能で小型デジタルカメラ用の撮影レンズに適し、変倍比：2程度で低コスト化の可能な前絞り2群ズームレンズの実現を課題とする。

【0008】この発明はまた、赤外カットフィルタやローパスフィルタの配置の容易な上記前絞り2群ズームレンズの実現を課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の「前絞り2群ズームレンズ」は、図1に示すように、物体側（図の左方）から像側へ向かって順次、第1群GⅠ、第2群GⅡを配して成る。第1群GⅠは「正の焦点距離」を有し、第2群GⅡは「負の焦点距離」を有する。図1に於いて、符号FLは「赤外カットフィルタ」等のフィルタを表す。第1群GⅠの物体側に設けられた開口絞りS及びフィルタFLは、ズームング時に第1群GⅠと一体に移動する。また符号CGはCCD撮像素子のCCDカバーガラスを示し、像面には撮像素子の受光面が位置する。

【0010】変倍は、第1群GⅠと第2群GⅡの間隔を変化させて行う。

【0011】第1群はGⅠは、物体側から像側へ向かって、両面とも凸面である第1レンズL<sub>1</sub>、物体側に強い曲率の面を向けた負レンズである第2レンズL<sub>2</sub>、両面とも凸面で像側に強い曲率の面を向けた第3レンズL<sub>3</sub>を順次配してなり、第2群GⅡは3枚以下のレンズで構成される。第1群GⅠの1面以上は「非球面」で構成される。

【0012】このように、この発明の「前絞り2群ズームレンズ」は、構成レンズ枚数が6枚以下である。

【0013】短焦点端（広角端：図1（a））から長焦点端（望遠端：図1（b））へのズームングに際し、第1群GⅠは開口絞りS及びフィルタFLと一体に、光軸上を物体側へ単調に移動し、第2群GⅡは、光軸上を「物体側へ単調に移動」しつつ第1群GⅠとの間隔を次第に縮める。

【0014】従って、第1群GⅠと第2群GⅡとの間隔は、短焦点端で最大、長焦点端で最小であり、バックフォーカスは短焦点端で最小、長焦点端で最大である。

【0015】第1群GⅠは、正・負・正の3枚のレンズで構成される。このようなレンズ構成の場合、第3レンズL<sub>3</sub>の屈折力を第1レンズL<sub>1</sub>の屈折力よりも強めることで、第1群GⅠの後側主点をできるだけ像側に位値させ、長焦点端での第2群GⅡの前側主点との距離を有効に短縮して大きな変倍比を得ることができるようになる。第1群GⅠ中に1面以上の非球面を用いることにより、特に球面収差を良好に補正し、十分な結像性能を実現できるようにした。

【0016】また開口絞りSを第1群GⅠの物体側に配することにより、射出瞳を像面から遠ざけてテレセントリック性を高め、周辺像高に入射する光束があまり大きな傾きを持たないようにし、シェーディング現象による結像光束のケラれや色しみを生じにくくしている。

【0017】この前絞り2群ズームレンズは、第Ⅰ群（Ⅰ＝1、2）の焦点距離：F<sub>I</sub>、短焦点端における全系の合成焦点距離：f<sub>w</sub>、第1レンズの焦点距離：f<sub>1</sub>が、条件：

$$(1) \quad 0.70 < F_1 / f_w < 0.90$$

$$(2) \quad -1.25 < F_2 / F_1 < -0.95 \quad (F_2 < 0)$$

$$(3) \quad 0.85 < f_1 / F_1 < 1.20$$

を満足することにより、より小型化・高性能化が可能になる（請求項2）。

【0018】また、第1群の、第2レンズの物体側面の曲率半径：R<sub>20b</sub>、第3レンズの像側面の曲率半径：R<sub>31a</sub>が、条件：

$$(4) \quad -0.55 < R_{31a} / F_1 < -0.40$$

$$(5) \quad 1.00 < R_{20b} / R_{31a} < 1.30$$

を満足することにより、さらに良好な像性能の実現が可能である（請求項3）。

【0019】2群構成のズームレンズでレンズ全長を短

くするには、各群の屈折力を強める必要があるが、屈折力を強めると、鏡筒等の部品の製造誤差や汲み付け誤差も屈折力に応じて拡大されるため、上記誤差に基づく性能劣化の傾向が大きくなる。

【0020】条件(1)は、第1群の屈折力を規制する条件である。条件(1)の上限を越えると、長焦点端でのレンズ全長を十分に短縮することが困難になる。また、下限を越えると第1群の屈折力が強くなりすぎ、部品に対する高精度な加工・組み付けが必要となり、高い歩留まりの実現が困難になり、低コストでのレンズ製造が困難になる。

【0021】この発明は、前述の通り、ズームレンズを小型化するためにバックフォーカスを短くすることを課題の一つとしている。しかしバックフォーカスを無制限に小さくすると、第2群の径が大きくなったり、最も像面に近いレンズ面に「ごみ」等が付着すると、その「影」が撮影像に写り込んだりする不具合がある。

【0022】上記条件(1)を満足することにより、長焦点端での全長を十分に短くした上で短焦点端で「ある程度」のバックフォーカス(第2群の径の増大を防ぎ、上記ごみの像の写り込みを防止できる程度のバックフォーカス)を確保するには、第2群の負の屈折力を強めて、変倍時の各群の変位量を小さく抑える必要がある。

【0023】条件(2)は、第1群と第2群の屈折力のバランスを規制する条件であり、上限を越えるとベッツバール和が過剰に小さくなり、像面が「正の側」に倒れて軸外性能が悪化してしまう。また、下限を越えると、変倍に伴う第1群に対する第2群の相対的な変位量が大きくなり、第1群と第2群の間隔が最大に成る短焦点端において、必要なバックフォーカスを確保することが困難になる。

【0024】第1群は、正レンズである第1、第3レンズの間に負レンズである第2レンズを配備している。このような第1群のレンズ構成で良好な性能を得るためには、各レンズの屈折力配分が重要となる。

【0025】条件(3)は、第1群における第1レンズの屈折力を規制する条件であり、上限を越えると像面が「負の側」に倒れ、下限を越えると像面が「正の側」に倒れてしまい、条件(3)の範囲外では軸外性能が悪化してしまう。

【0026】条件(4)は、球面収差・倍率の色収差・コマ収差の補正に関連した条件であり、上限を越えると、負の球面収差が発生し、短焦点側で軸外のコマ収差が悪化する。また、下限を越えると、正の球面収差が発生し、短焦点側で倍率色収差の補正が困難になる。

【0027】条件(5)は、球面収差・非点隔差・コマ収差の補正に関連した条件であり、上限を越えると、特に長焦点端において正の球面収差が大きくなり発生する。また、下限を越えると、非点隔差が増大するとともに短焦点端で軸外のコマ収差が悪化してしまう。

【0028】上記請求項1または2または3記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、第1群における1以上の非球面のうち少なくとも1面は「光軸上から周辺部に行くに従い、正の屈折力が弱まるか、もしくは負の屈折力が強まる形状」であることが好ましい(請求項4)。このような非球面の採用により、球面収差の良好な除去が可能になる。

【0029】さらに、「第1群の第3レンズの像側面を非球面とする」ことが好ましい(請求項5)。第1群の第3レンズの像側面へは、軸外光束の主光線が垂直に近い角度で入射するので、この面を非球面とすることにより、球面収差と軸外のコマ収差を同時に良好に補正することが可能である。

【0030】上記請求項1ないし5の任意の1に記載の前絞り2群ズームレンズにおいて、第1群の、第2レンズの材質の屈折率： $n_{I2}$ 、アッペ数： $\nu_{I2}$ 、第3レンズの材質のアッペ数： $\nu_{I3}$ が、条件：

$$(6) \quad n_{I2} > 1.65$$

$$(7) \quad \nu_{I2} < 35.0$$

$$(8) \quad \nu_{I3} > 50.0$$

を満足することが好ましい(請求項6)。条件(6)、(7)、(8)は、色収差と像面湾曲の補正に関する条件であり、これらの条件(6)～(8)を満足させることにより、色収差と像面湾曲の良好な補正を両立させることができ、より高い結像性能を得ることができる。

【0031】この発明の前絞り2群ズームレンズは、前述の如く、全構成枚数が6枚以下であり、第1群が3枚構成であるので、第2群は3枚以下の構成になる。この場合、負の焦点距離を持つ第2群GIIを、図1に示すように「物体側から像側へ向かって、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第4レンズ $L_4$ 、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第5レンズ $L_5$ 、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第6レンズ $L_6$ を順次配し」て3枚構成とすることができるし(請求項7)、図5に示すように「物体側から像側へ向かって、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第4レンズ $L_4$ 、物体側に曲率の強い面を向けた負レンズである第5レンズ $L_5$ を順次配して2枚構成とし、第2群の1面以上を非球面で構成」することができる(請求項8)。

【0032】この請求項8記載の場合において、第2群における1以上の非球面のうち少なくとも1面は「光軸上から周辺部に行くに従い、正の屈折力が強まるか、もしくは負の屈折力が弱まる形状」とすることが好ましい(請求項9)。第1群に用いられている非球面(請求項4)と屈折力の傾向を逆にすることにより、収差の良好な補正が可能になる。

【0033】また、第2群に設ける非球面の位置は、第4レンズの物体側面(請求項10)もしくは第4レンズの像側面(請求項11)が良い。

【0034】第2群を2枚構成とする請求項8記載の発明の場合、収差を補正するという目的からすると、第2群の非球面は第5レンズに設けても良いが、第5レンズは上述の如く、曲率の強い面を持つ負レンズであり、非球面形成のために第5レンズをガラスモールドで製造する場合、面精度を出しにくい。また、第2群は負の屈折力を持つから第5レンズは第4レンズよりも外径が大きくなり、モールドでの形成はコスト的にも不利である。このような理由で、モールドで形成しやすい第4レンズの物体側面もしくは像側面に非球面を形成するのがよい。

【0035】デジタルカメラ用の撮影レンズのように、CCD等の撮像素子と組み合わせる場合、撮像素子の受光エレメントの配列ピッチよりも小さい高空間周波数でのMTFは、撮影対象の色の誤認等の問題を引き起こすため、特定の空間周波数以上のMTFを減衰させるためのローパスフィルタが必要であり、また撮像素子が高い感度を持つ赤外域の光を除去するための赤外カットフィルタが必要になる。

【0036】従来、これらのフィルタは撮影レンズのバックフォーカス部分に配備されるのが一般であったが、この部分に配備しなければならないというのではなく、ローパスフィルタはその配備位置に応じた設計がなされれば良いし、赤外カットフィルタは撮影レンズの光路上のどこに配備してもよい。

【0037】この発明の前絞り2群ズームレンズは前述の如く、小型化の達成の一つの要因としてバックフォーカスを短くすることを目しており、このために、そのような構成を取りやすい凸凹2群構成を基本としている。このため、請求項13記載の発明の前絞り2群ズームレンズでは、バックフォーカスの部分にフィルタを配備せず、フィルタの配備がスペース的に容易でズーミングの機構を複雑化させないように、第1群と一体となって変位するローパスフィルタおよび赤外カットフィルタを「開口絞りの物体側に」設けた。

【0038】ローパスフィルタには、水晶板の複屈折を利用したものや、位相格子による回折を利用したもの等、種々のものがある。請求項14記載の発明においては、ローパスフィルタを「位相格子型ローパスフィルタ」としたことが特徴とする。請求項13記載の前絞り2群ズームレンズではローパスフィルタは、開口絞りの物体側に設けられるが、MTFが「瞳関数のフーリエ変換」であることを考慮すると、位相格子型ローパスフィルタは瞳関数の位相項を変化させるものであるから光学系の瞳近傍に配置されるのが好ましい。位相型ローパスフィルタは水晶板を用いるものに比してコスト的にも有利である。

【0039】赤外カットフィルタFLIR、ローパスフィルタFLWの配備の例を、図4（第2群が3枚構成の場合）および図8（第2群が2枚構成の場合）にそれ

ぞれ示す。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、具体的な実施の形態を説明する。図1～図3はそれぞれ、以下に挙げる実施例1～3のレンズ構成を示す。実施例1～3において、第1群GIは3枚のレンズで構成され、第2群GIIも3枚のレンズで構成されている（請求項7）。

【0041】赤外カットフィルタとローパスフィルタとは、実際には、図4に示すごとき状態に用いられるが、実施例1～3においては、図1～図3に示すように、単一のフィルタFLとして示す。

【0042】図5～図7は、実施例4～6のレンズ構成を示す。実施例5～7において、第1群GIは3枚のレンズで構成され、第2群GIIは2枚のレンズで構成されている（請求項8）。

【0043】赤外カットフィルタとローパスフィルタとは、実際には、図8に示すごとき状態に用いられるが、実施例5～7においても、図5～図7に示すように、単一のフィルタFLとして示す。

【0044】

【実施例】フィルタFLの入射側面からCCDカバーガラスCGの像側面に至る開口絞りSの面を含む各面に就き、物体側から数えて第i番目の面の曲率半径（非球面にあっては近軸曲率半径）を $r_i$ （実施例1～3に就き $i=1\sim17$ 、実施例4～6に就いて $i=1\sim15$ ）とし、第i番目の面と第i+1番目の面の光軸上の面間隔を $d_i$ （実施例1～3に就き $i=1\sim16$ 、実施例4～6に就いて $i=1\sim14$ ）とする。従って、条件（4）、（5）における第1群の、第2レンズ $L_2$ の物体側の曲率半径： $R_{20b}$ は「 $r_6$ 」であり、第3レンズ $L_3$ の像側の曲率半径： $R_{3Im}$ は「 $r_9$ 」である。

【0045】また、物体側から順次の光学材料のd線に対する屈折率及びアッベ数をそれぞれ $n_j$ および $\nu_j$ であらわし、添字のjはフィルタに就きFL、CCDカバーガラスに就きCG、レンズに関しては、物体側から順次 $j=1, 2, 3, \dots$ （実施例1～3に就き、 $j=1\sim6$ 、実施例4～6に就き、 $j=1\sim5$ ）とする。

【0046】fは「全系の焦点距離」、 $\omega$ は「半画角」、 $F/\text{No.}$ は「口径比」、 $F_I$ （ $I=1, 2$ ）は「第I群の焦点距離」、 $f_w$ は「広角端における全系の合成焦点距離」を表し、 $\theta_w$ は「短焦点端における軸外主光線の射出角」を表す。

【0047】実施例1～6とも「非球面」を採用している。非球面は周知の如く、光軸方向にZ軸、光軸直交方向にY軸を取るとき、周知の非球面式：

$$Z = (Y^2/r) / [1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/r)^2}] + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} + \dots$$

で与えられる曲線を光軸の回りに回転して得られる曲面で、近軸曲率半径： $r$ 、円錐定数： $K$ 、高次の非球面係数： $A, B, C, D$ を与えて形状を特定する。なお、高

次の非球面係数の表記において「Eとそれに続く数字」は「10の巾乗」を表す。例えば「E-9」は $10^{-9}$ を意味し、この数値がその直前の数値に掛かるのである。

## 【0048】実施例1

$f=5.0\sim 10.0\text{mm}$ 、 $F/\text{No.}=2.8\sim 5.6$ 、 $\omega=24.3\sim 1$

2.8度、 $\theta_w=31.3$ 度

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			
3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	6.786	0.428	1	1.74950	35.04
5	-6.302	0.190			
6	-2.103	0.681	2	1.72825	28.32
7	-67.751	0.100			
8	14.461	0.656	3	1.58913	61.25
9	-1.939	可変			
10	-8.229	0.495	4	1.64769	33.84
11	-3.261	0.171			
12	-5.275	0.300	5	1.74330	49.22
13	-39.667	0.452			
14	-2.597	0.300	6	1.74330	49.22
15	-17.192	可変			
16	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
17	$\infty$				

## 【0049】

非球面

第9面(第3レンズ像側面):

$K=-0.37903$ ,  $A=8.52968\text{E}-3$ ,

$B=1.68467\text{E}-3$ ,  $C=-2.52799\text{E}-4$ ,

$D=-7.40177\text{E}-5$

## 【0050】

可変間隔:

$d_9=1.925\sim 0.300$

$d_{15}=0.331\sim 5.686$

## 【0051】

条件式のパラメータの値:

$F_1/f_w=0.779$ ,  $F_2/F_1=-1.071$ ,  $f_1/F_1=1.135$ ,

$R_{3\text{In}}/F_1=-0.498$ ,  $R_{20b}/R_{3\text{In}}=1.085$

## 【0052】実施例2

$f=5.0\sim 10.0\text{mm}$ 、 $F/\text{No.}=2.8\sim 5.6$ 、 $\omega=24.4\sim 1$

2.8度、 $\theta_w=30.3$ 度

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			
3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	6.779	0.442	1	1.69895	30.05
5	-5.190	0.184			
6	-2.028	0.630	2	1.74077	27.76
7	38.475	0.100			
8	10.425	0.688	3	1.60311	60.69
9	-1.905	可変			
10	-8.977	0.490	4	1.80610	33.27

11	-3.507	2.286			
12	-3.592	0.300	5	1.83500	42.98
13	-16.717	0.313			
14	-3.544	0.300	6	1.77250	49.62
15	-25.747	可変			
16	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
17	$\infty$				

## 【0053】

非球面

第9面(第3レンズ像側面):

 $K = -0.38299, A = 7.90555E-3,$  $B = 1.75823E-3, C = -4.61709E-4,$  $D = 5.62308E-5$ 

## 【0054】

可変間隔:

 $d_g = 2.088 \sim 0.300$  $d_{15} = 0.332 \sim 6.006$ 

## 【0055】

条件式のパラメータの値:

 $F_1/f_w = 0.793, F_2/F_1 = -1.142, f_1/F_1 = 1.077,$  $R_{31a}/F_1 = -0.480, R_{20b}/R_{31a} = 1.065$ 

## 【0056】実施例3

 $f = 6.0 \sim 12.0 \text{ mm}, F/\text{No.} = 2.8 \sim 5.6, \omega = 20.3 \sim 1$  $0.7 \text{ 度}, \theta_w = 28.2 \text{ 度}$ 

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			
3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	4.193	0.668	1	1.62004	36.30
5	-7.809	0.288			
6	-2.939	1.000	2	1.75520	27.53
7	10.628	0.100			
8	10.657	0.733	3	1.58913	61.25
9	-2.345	可変			
10	-7.413	0.480	4	1.80518	25.46
11	-3.604	0.405			
12	-3.380	0.300	5	1.80610	40.73
13	-15.536	0.272			
14	-4.363	0.300	6	1.69680	55.53
15	-34.179	可変			
16	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
17	$\infty$				

## 【0057】

非球面

第9面(第3レンズ像側面):

 $K = -0.30296, A = 6.50156E-3,$  $B = 6.55931E-4, C = -1.36586E-5,$  $D = -6.34989E-5$ 

## 【0058】

可変間隔:

$d_9$  2.292~0.300  
 $d_{15}$  0.326~6.517

## 【0059】

条件式のパラメータの値：

$F_1/f_w=0.802$ ,  $F_2/F_1=-1.032$ ,  $f_1/F_1=0.934$ ,  
 $R_{3Im}/F_1=-0.487$ ,  $R_{20b}/R_{3Im}=1.254$

【0060】図1(a), 図2, 図3は、上記実施例1 【0061】実施例4  
 ~3の短焦点端におけるレンズ配置を示している。

$f=5.0\sim10.0\text{mm}$ ,  $F/\text{No.}=2.8\sim5.6$ ,  $\omega=24.0\sim1$   
 2.7度,  $\theta_w=31.0$ 度

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			
3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	5.733	0.416	1	1.80610	33.27
5	-9.659	0.381			
6	-2.131	0.500	2	1.74077	27.76
7	14.379	0.100			
8	7.592	0.764	3	1.58913	61.25
9	-1.845	可変			
10	-8.268	0.480	4	1.80518	25.46
11	-4.101	0.500			
12	-2.441	0.300	5	1.77250	49.62
13	70.503	可変			
14	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
15	$\infty$				

## 【0062】

非球面

第9面(第3レンズ像側面)：

$K=-0.43926$ ,  $A=9.29303E-3$ ,  
 $B=1.79434E-3$ ,  $C=-7.17129E-4$ ,  
 $D=2.24337E-5$

第10面(第4レンズ物体側面)：

$K=-3.40475$ ,  $A=3.80405E-3$ ,  
 $B=2.15286E-3$ ,  $C=-1.40559E-3$ ,  
 $D=2.37725E-4$

## 【0063】

可変間隔：

$d_9$  2.215~0.300  
 $d_{15}$  0.314~5.928

## 【0064】

条件式のパラメータの値：

$F_1/f_w=0.825$ ,  $F_2/F_1=-1.127$ ,  $f_1/F_1=1.096$ ,  
 $R_{3Im}/F_1=-0.447$ ,  $R_{20b}/R_{3Im}=1.155$

## 【0065】実施例5

$f=5.0\sim10.0\text{mm}$ ,  $F/\text{No.}=2.8\sim5.6$ ,  $\omega=23.9\sim1$   
 2.7度,  $\theta_w=32.5$ 度

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			



3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	4.137	0.444	1	1.70200	40.20
5	-9.863	0.218			
6	-2.536	0.806	2	1.69895	30.05
7	11.834	0.100			
8	10.268	0.610	3	1.58913	61.25
9	-2.066	可変			
10	-7.128	0.512	4	1.62004	36.30
11	-3.515	0.491			
12	-1.998	0.300	5	1.63854	55.45
13	30.558	可変			
14	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
15	$\infty$				

## 【0066】

非球面

第9面(第3レンズ像側面):

 $K = -0.42033, A = 9.06229E-3,$  $B = 9.57050E-4, C = -1.17692E-4,$  $D = -3.19783E-4$ 

第10面(第4レンズ物体側面):

 $K = -9.41526, A = 6.49279E-3,$  $B = 2.51408E-3, C = -1.18146E-3,$  $D = 3.00093E-4$ 

## 【0067】

可変間隔:

 $d_9 = 1.962 \sim 0.300$  $d_{15} = 0.320 \sim 5.512$ 

## 【0068】

条件式のパラメータの値:

 $F_1/f_w = 0.801, F_2/F_1 = -1.038, f_1/F_1 = 1.052,$  $R_{3Im}/F_1 = -0.516, R_{20b}/R_{3Im} = 1.228$ 

## 【0069】実施例6

 $f = 5.0 \sim 10.0 \text{ mm}, F/\text{No.} = 2.8 \sim 5.6, \omega = 24.0 \sim 1$  $2.7 \text{ 度}, \theta_w = 31.5 \text{ 度}$ 

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$\nu_j$
1	$\infty$	2.000	FL	1.51680	64.20
2	$\infty$	1.000			
3	$\infty$ (開口絞り)	0.500			
4	5.299	0.446	1	1.75520	27.53
5	-6.218	0.215			
6	-2.420	0.880	2	1.76182	26.55
7	5.564	0.100			
8	4.755	0.709	3	1.58913	61.25
9	-2.007	可変			
10	-8.028	0.486	4	1.72825	28.32
11	-3.901	0.545			
12	-2.411	0.300	5	1.69680	55.46
13	15.637	可変			
14	$\infty$	0.500	CG	1.51680	64.20
15	$\infty$				

## 【0070】

非球面

第9面(第3レンズ像側面):

$$K = -0.40377, A = 8.62853E-3,$$

$$B = 1.08096E-3, C = -1.29002E-4,$$

$$D = -7.99066E-5$$

第11面(第4レンズ像側面):

$$K = 0.63521, A = -2.86702E-3,$$

$$B = -1.87702E-3, C = 1.29754E-3,$$

$$D = -1.67131E-4$$

## 【0071】

可変間隔:

$$d_9 \quad 2.132 \sim 0.300$$

$$d_{15} \quad 0.322 \sim 5.740$$

## 【0072】

条件式のパラメータの値:

$$F_1/f_w = 0.822, F_2/F_1 = -1.084, f_1/F_1 = 0.937,$$

$$R_{3Ta}/F_1 = -0.488, R_{20b}/R_{3Ta} = 1.206$$

【0073】図5、図6、図7は、上記実施例4～6の短焦点端におけるレンズ配置を示している。

【0074】図9、図10にそれぞれ、実施例1に関する収差図を示す。図9は短焦点端、図10は長焦点端に関するものである。図11、図12にそれぞれ、実施例2に関する収差図を示す。図11は短焦点端、図12は長焦点端に関するものである。図13、図14にそれぞれ、実施例3に関する収差図を示す。図13は短焦点端、図14は長焦点端に関するものである。

【0075】図15、図16にそれぞれ、実施例4に関する収差図を示す。図15は短焦点端、図16は長焦点端に関するものである。図17、図18にそれぞれ、実施例5に関する収差図を示す。図17は短焦点端、図18は長焦点端に関するものである。図19、図20にそれぞれ、実施例6に関する収差図を示す。図19は短焦点端、図20は長焦点端に関するものである。

【0076】各収差図において「dおよびg」は、収差が「d線およびg線」に関するものであることを示す。球面収差の図において破線は「正弦条件」、非点収差の図において実線は「サジタル光線」、破線は「メリディオナル光線」を示す。各実施例とも、短焦点端・長焦点端の何れにおいても収差図に示すように、収差は良好に補正され、性能良好であり、短・長焦点端の中間の各焦点距離においても性能良好である。

## 【0077】

【発明の効果】この発明によれば新規な前絞り2群ズームレンズを提供できる。この前絞り2群ズームレンズは、2群構成で構成レンズ枚数も6枚以下で構成簡素であり、低コストでコンパクトに変倍比:2倍程度を実現できる。また、開口絞りを第1群の物体側に配したことにより、射出瞳位置を像面から十分に離すことができるためテレセントリック性に優れ、カラー画像撮影の際、

撮像素子における色分解用のフィルターによる「ケラレ」や「色しみ」を有効に軽減できる。

【0078】また請求項2～7記載の発明によれば、種々の収差を良好に補正して良好な性能を実現でき、請求項8～11記載の発明では、性能良好でありながら構成枚数が5枚と少なく、より低コスト化を実現できる。請求項2～11記載の発明によれば、より一層のコンパクト化が可能である。請求項12、13記載の発明は、赤外カットフィルタやローパスフィルタの配備が極めて容易である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の前絞り2群ズームレンズ(6枚構成)のレンズ構成と変倍動作を説明するための図であり、実施例1のレンズ構成を示す図である。

【図2】実施例2の短焦点端におけるレンズ構成を示す図である。

【図3】実施例3の短焦点端におけるレンズ構成を示す図である。

【図4】実施例1のレンズにフィルタとして赤外カットフィルタとローパスフィルタを配備した状態を示す図である。

【図5】この発明の前絞り2群ズームレンズ(5枚構成)の短焦点端におけるレンズ構成を説明するための図であり、実施例4のレンズ構成を示す図である。

【図6】実施例5の短焦点端におけるレンズ構成を示す図である。

【図7】実施例6の短焦点端におけるレンズ構成を示す図である。

【図8】実施例4のレンズにフィルタとして赤外カットフィルタとローパスフィルタを配備した状態を示す図である。

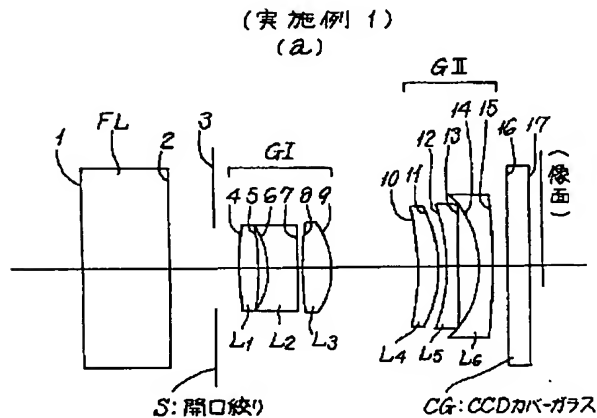
【図9】実施例1に関する短焦点端の収差図である。

【図10】実施例1に関する長焦点端の収差図である。  
 【図11】実施例2に関する短焦点端の収差図である。  
 【図12】実施例2に関する長焦点端の収差図である。  
 【図13】実施例3に関する短焦点端の収差図である。  
 【図14】実施例3に関する長焦点端の収差図である。  
 【図15】実施例4に関する短焦点端の収差図である。  
 【図16】実施例4に関する長焦点端の収差図である。  
 【図17】実施例5に関する短焦点端の収差図である。

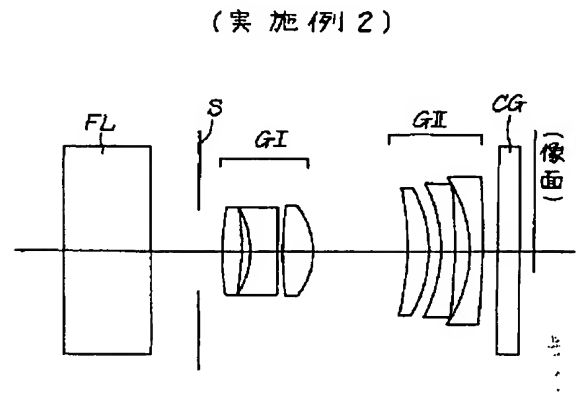
【図18】実施例5に関する長焦点端の収差図である。  
 【図19】実施例6に関する短焦点端の収差図である。  
 【図20】実施例6に関する長焦点端の収差図である。  
 【符号の説明】

G I 第1群  
 G II 第2群  
 S 開口絞り  
 FL フィルタ

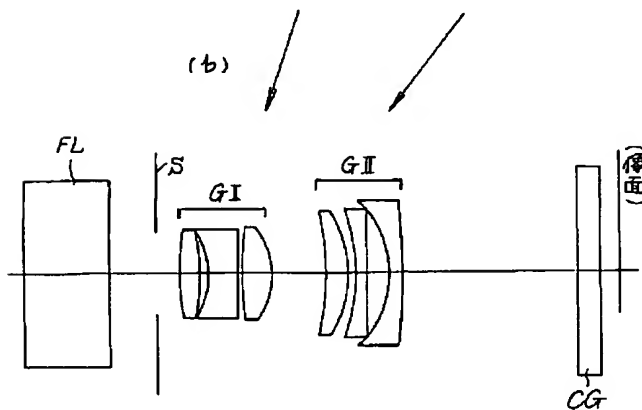
【図1】



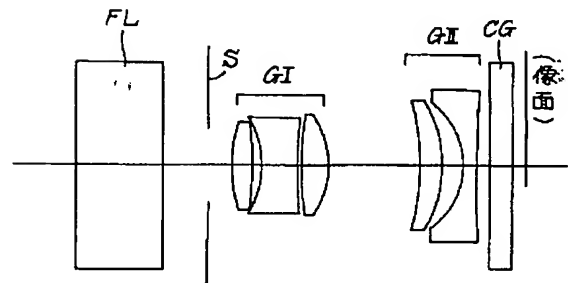
【図2】



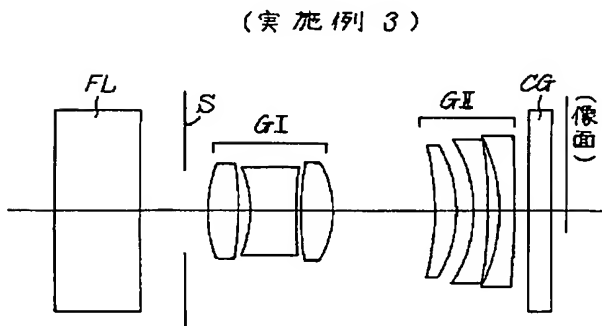
【図6】



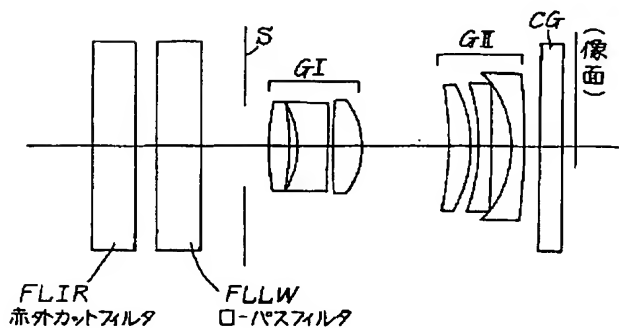
(実施例5)



【図3】

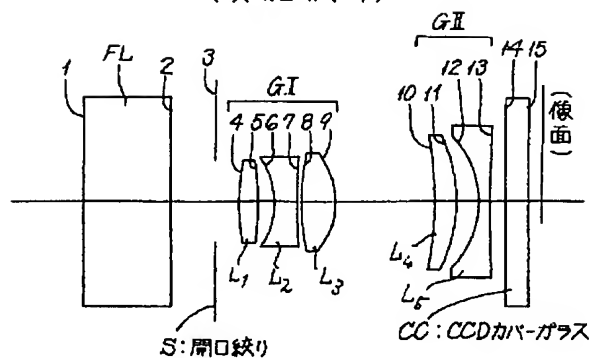


【図4】



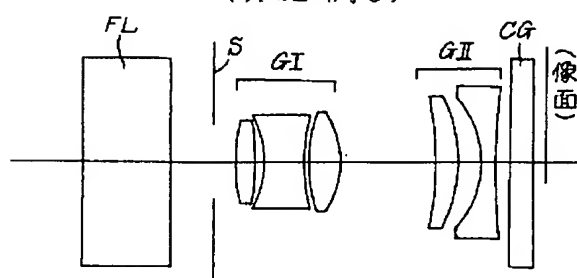
【図5】

(実施例4)

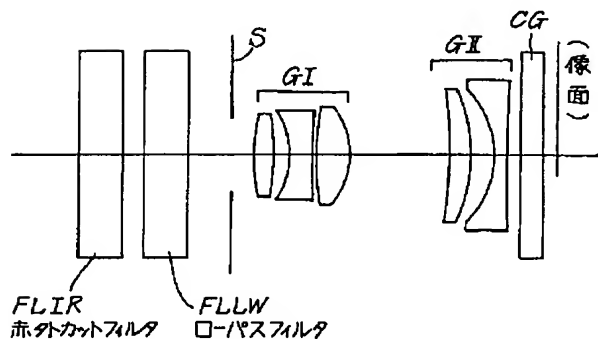


【図7】

(実施例6)

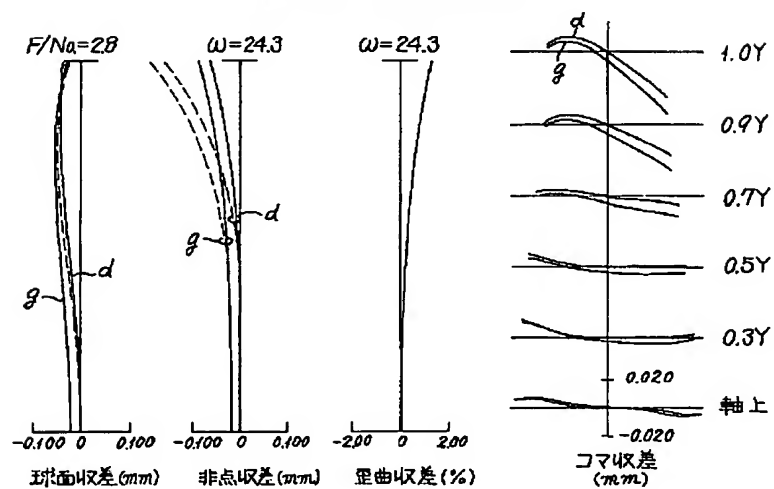


【図8】



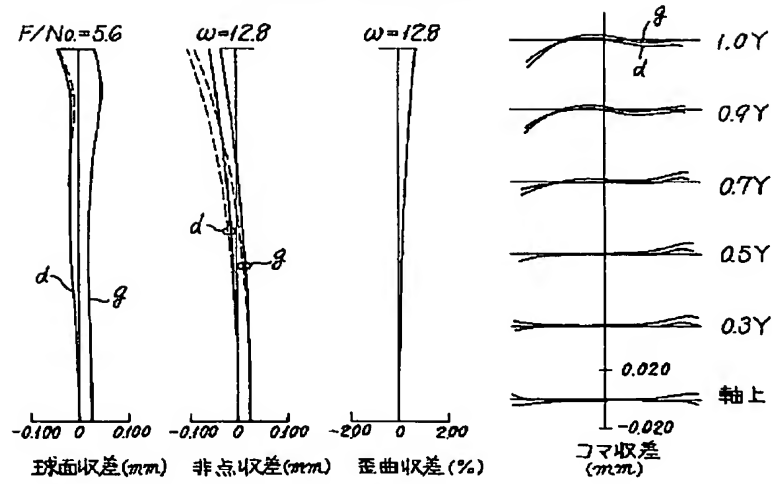
【図9】

(実施例1:短焦点端)



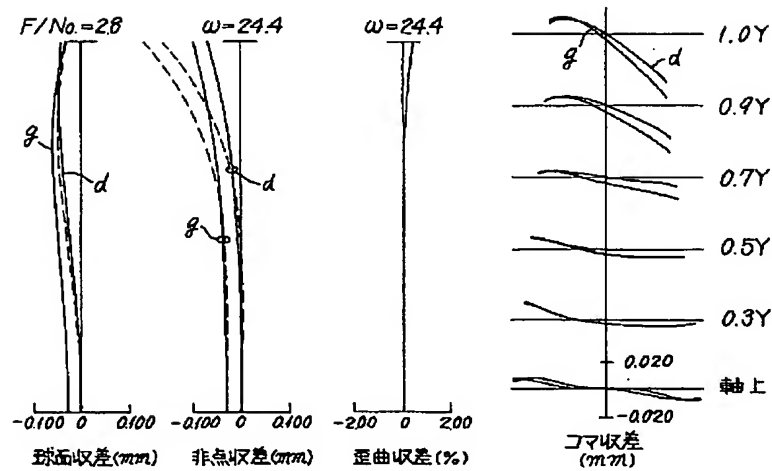
【図10】

(実施例1:長焦点端)



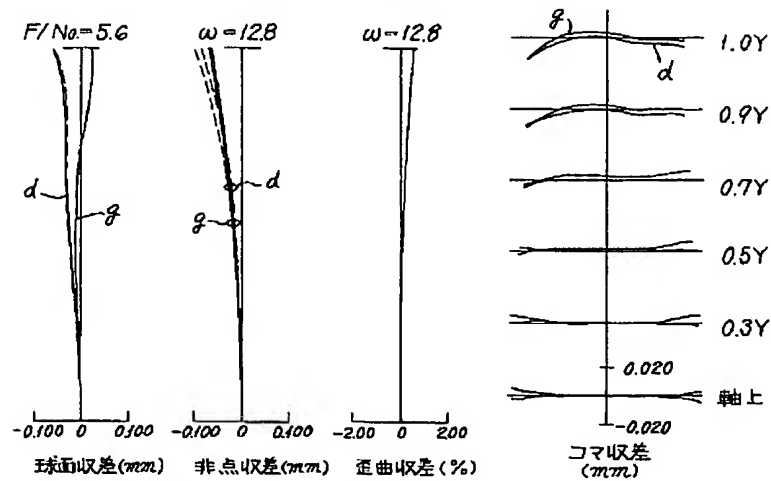
【図11】

(実施例2:短焦点端)



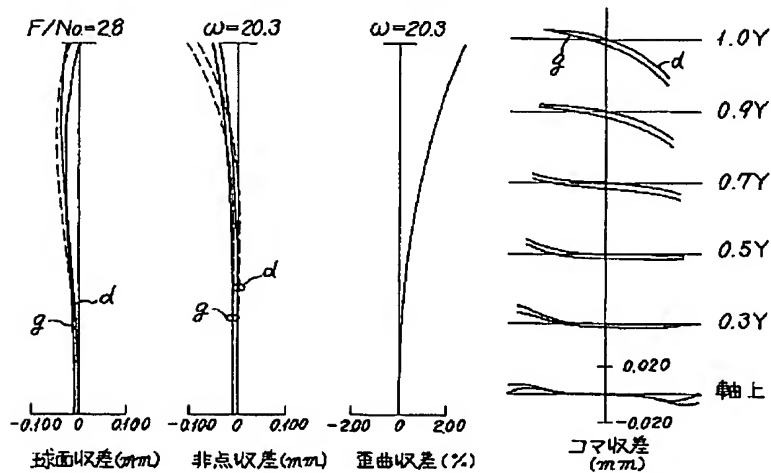
【図12】

(実施例2:長焦点端)



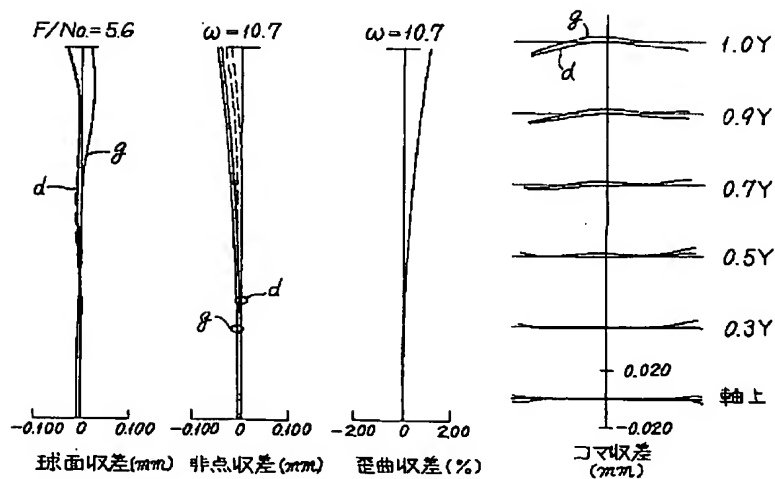
【図13】

(実施例3:短焦点端)



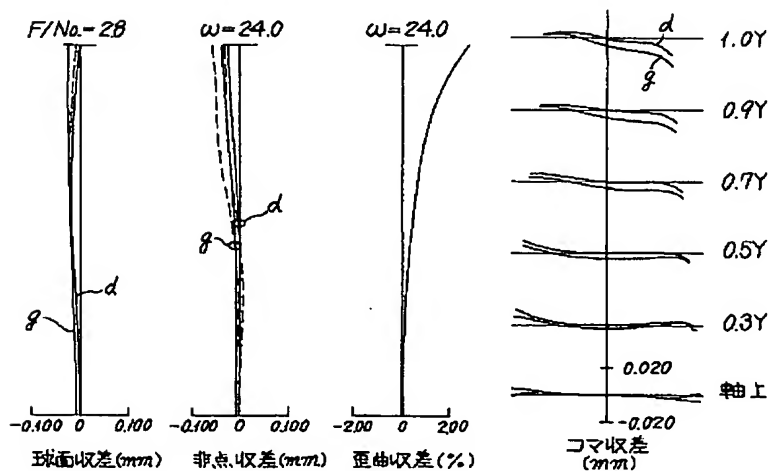
【図14】

(実施例3:長焦点端)



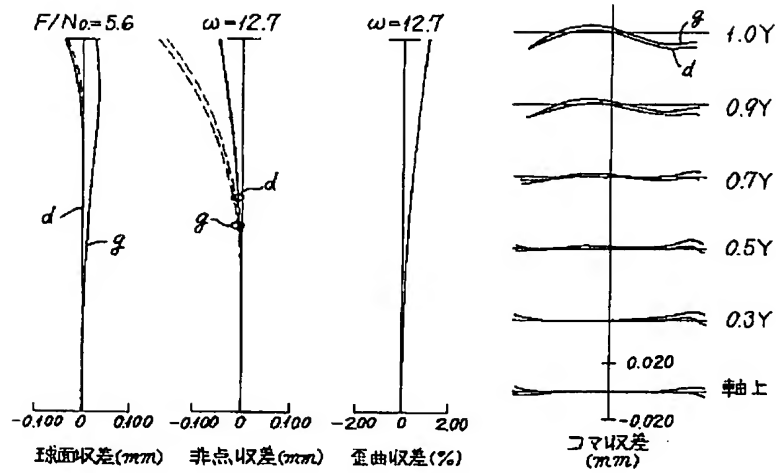
【図15】

(実施例4:短焦点端)



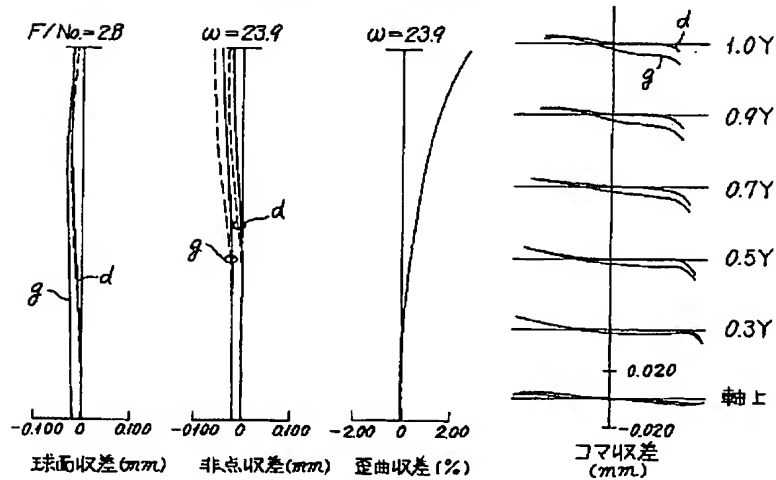
【図16】

(実施例4:長焦点端)



【図17】

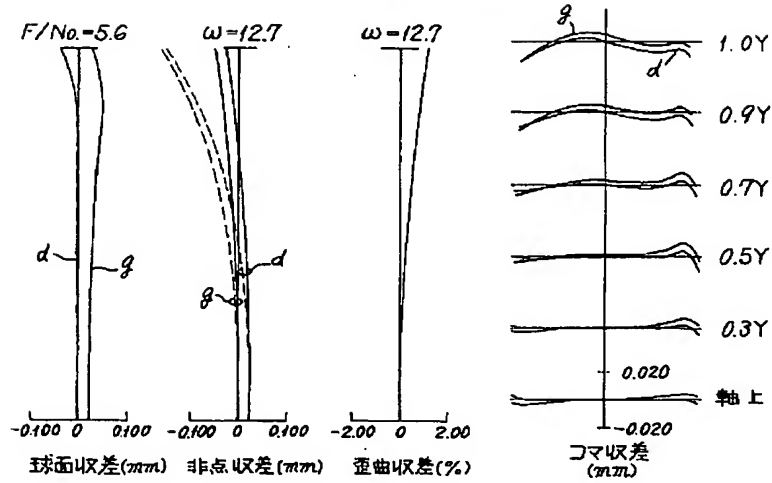
(実施例5:短焦点端)





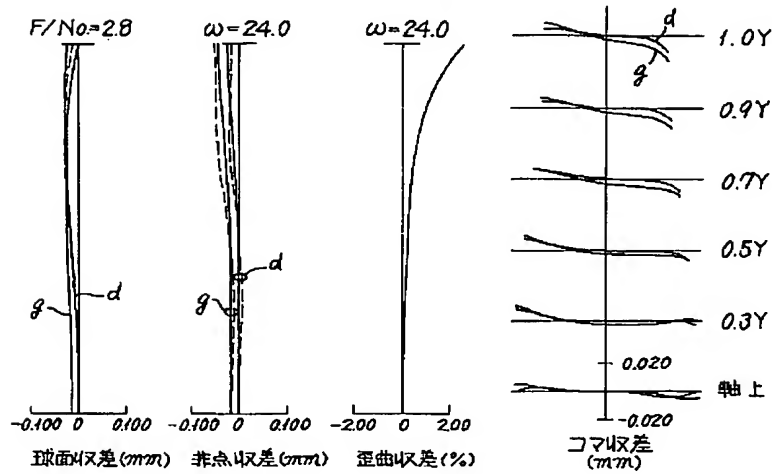
【図18】

(実施例5:長焦点端)



【図19】

(実施例6:短焦点端)



【図20】

(実施例6:長焦点端)

